

Sicherheitselement mit Dünnschichtelement

Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement für Sicherheitspapiere, Wertdo-
5 kumente und dergleichen mit einem Dünnschichtelement mit Farbkipp-
effekt, das eine Reflexionsschicht, eine Absorberschicht und eine zwischen
Reflexionsschicht und Absorberschicht angeordnete Abstandsschicht auf-
weist. Die Erfindung betrifft auch ein Sicherheitspapier, ein Wertdokument,
ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Sicherheitselements sowie eine
10 Druckfarbe mit optisch variablen Farbpigmenten und ein Herstellungsver-
fahren für eine solche Druckfarbe.

Wertdokumente, wie beispielsweise Banknoten, Aktien, Anleihen, Urkun-
den, Gutscheine, Schecks, hochwertige Eintrittskarten, aber auch andere fäl-
15 schungsgefährdete Papiere, wie Pässe oder sonstige Ausweisdokumente,
werden in der Regel mit verschiedenen Sicherheitsmerkmalen zur Erhöhung
der Fälschungssicherheit versehen. Das Sicherheitsmerkmal kann beispiels-
weise in Form eines in eine Banknote eingebetteten Sicherheitsfadens, eines
aufgebrachten Sicherheitsstreifens oder eines selbsttragenden Transferele-
20 ments, wie einem Patch oder einem Etikett, das nach seiner Herstellung auf
ein Wertdokument aufgebracht wird, ausgebildet sein.

Es ist bekannt, Sicherheitsmerkmale mit mehrschichtigen Dünnschichtele-
menten zu verwenden, deren Farbeindruck für den Betrachter sich mit dem
25 Betrachtungswinkel ändert, beispielsweise von Grün nach Blau, von Blau
nach Magenta oder von Magenta nach Grün. Der Farbeffekt beruht auf Inter-
ferenzeffekten aufgrund von Mehrfachreflexionen in den verschiedenen Teil-
schichten des Dünnschichtelements und ist beispielsweise in der Druck-
schrift EP 0 395 410 B1 im Detail beschrieben. Derartige Farbänderungen
30 beim Verkippen eines Sicherheitsmerkmals werden im Folgenden als Farb-
kippeffekt oder Color-Shift-Effekt bezeichnet.

- Als für den Farbeffekt hauptsächlich verantwortliche Schicht enthalten die Dünnschichtelemente eine ultradünne (meist etwa 100 bis 500 nm dicke) Dielektrikumsschicht, die typischerweise zwischen einer Absorberschicht und einer Reflexionsschicht angeordnet ist. Die dünnen Dielektrikums-
- 5 schichten werden durch ein aufwändiges Vakuumaufdampfverfahren hergestellt. Insbesondere bei den im Bereich von Sicherheitspapieren und Banknoten erforderlichen Großflächenbeschichtungen sind die Anforderungen an die Präzision dabei extrem hoch, so dass derartige Beschichtungen weltweit nur an wenigen Orten ausgeführt werden können.
- 10 Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Sicherheitselement anzugeben, das gegenüber dem Stand der Technik einfacher und kostengünstiger herzustellen ist.
- 15 Diese Aufgabe wird durch das Sicherheitselement mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Ein Sicherheitspapier für die Herstellung von Sicherheitsdokumenten, ein Werdokument mit einem solchen Sicherheitselement sowie ein Herstellungsverfahren für ein solches Sicherheitselement sind Gegenstand der nebengeordneten Ansprüche. Die Erfindung enthält in
- 20 einem weiteren Aspekt eine Druckfarbe mit optisch variablen Farbpigmenten und ein Herstellungsverfahren für eine solche Druckfarbe. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.
- Das erfindungsgemäße Sicherheitselement baut auf dem Stand der Technik
- 25 dadurch auf, dass die Abstandsschicht durch eine Druckschicht mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung gebildet ist. Da in der Druckschicht nur Dispersionspartikel mit einer bestimmten Größe (monomodale Verteilung) oder mit wenigen, voneinander abgegrenzten Größen (oligomodale Verteilung) vorliegen, kann eine sehr hohe

Schichtdickenkonstanz der Abstandsschicht erzielt werden, wie nachfolgend genauer erläutert wird.

5 Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung enthält die Druckschicht eine Hauptspezies von im Wesentlichen kugelförmigen, monodispersen Dispersionspartikeln, deren Durchmesser die Dicke der Abstandsschicht bestimmt. Dabei werden Partikel im Rahmen der vorliegenden Erfindung als monodispers bezeichnet, wenn sie sehr eng teilchengrößenverteilt sind, bevorzugt wenn für die Verteilung der Teilchengrößen $\sigma_m/d_m < 20\%$, besonders bevorzugt $< 5\%$ gilt, wobei d_m den Mittelwert und σ_m die Standardabweichung der Größenverteilung darstellt. Anschaulich gesprochen haben die monodispersen Dispersionspartikel der Druckfarbe alle im Wesentlichen den gleichen Durchmesser d_m . Monodisperse Partikel haben auch eine monomodale Größenverteilung, da der mittlere Durchmesser d_m den einzigen Modus
15 der Größenverteilung darstellt.

Die Dispersionspartikel der Hauptspezies weisen bevorzugt einen Durchmesser d_m auf, der zwischen etwa 100 nm und etwa 1500 nm, bevorzugt zwischen etwa 200 nm und etwa 1000 nm, besonders bevorzugt zwischen etwa
20 200 nm und 500 nm liegt. Um einen gewünschten Farbeffekt zu erhalten, werden unter Berücksichtigung des Brechungsindex n des Materials Dispersionspartikel mit einem Durchmesser d_m gewählt, so dass die erforderliche optische Dicke $n \cdot d_m$ der Abstandsschicht erreicht wird. Mit dem angegebenen Durchmesserbereich der Dispersionspartikel lässt sich praktisch jeder
25 gewünschte Farbkippeffekt mittels der gedruckten Abstandsschicht verwirklichen.

Zweckmäßig umfasst die Druckschicht einen Monolayer oder Submonolayer der Dispersionspartikel der Hauptspezies. Wegen der gleichmäßigen Größe

der Dispersionspartikel weist auch der Monolayer oder Submonolayer eine sehr gleichmäßige Dicke auf. Durch diese Maßnahme lässt sich auch in einem größeren Flächenbereich, insbesondere über die Bahnbreite einer Rolle, eine gleichmäßig Schichtdicke der Druckschicht gewährleisten.

- 5 Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Dispersionspartikel so ausgebildet, dass sie in einem dem Druckvorgang nachfolgenden Prozess aufschmelzen. Dazu weisen die Dispersionspartikel der Hauptspezies vorzugsweise eine Schmelztemperatur im Bereich von 50°C bis 250°C auf, besonders bevorzugt im Bereich von 80°C bis 120°C.

- 15 Durch das Aufschmelzen kann eine eventuell unebene Oberfläche der Druckschicht eingeebnet werden. Gleichzeitig wird die Haftung der Dispersionspartikel untereinander und die Haftung der Partikel zur darunter liegenden Schicht verbessert. Die Farbreinheit des Dünnschichtelements kann durch das Einebnen der Druckschicht deutlich verbessert werden.

- 20 Die Dispersionspartikel der Hauptspezies können beispielsweise aus Polystyrol, Styrol-Acryl-Nitril-Copolymerisate (SAN), aromatische Polyester oder Polyamide gebildet sein.

- 25 Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weisen die Dispersionspartikel der Hauptspezies einen Kern-Schale-Aufbau mit einem unschmelzbaren oder hochschmelzenden Kern und einer leicht filmbildenden Schale auf. Bei einem solchen Aufbau bleibt der Kern der Dispersionspartikel während eines Temperaturschritts stabil, während die Schalen der Dispersionspartikel schmelzen und einen idealerweise durchgehenden Film ausbilden. Durch diesen Film wird eine sehr gute Einebnung der Druckschicht erreicht. Darüber hinaus wird die Haftung der Druckschicht auf der

darunter liegenden Schicht und die Haftung der Dispersionspartikel untereinander stark erhöht.

5 In vorteilhaften Ausgestaltungen ist der Kern der Dispersionspartikel aus einem Hartpolymer wie Polystyrol, PMMA, Styrol-Acryl-Nitril-Copolymerisate (SAN), aromatische Polyester oder Polyamide und die Schale aus PMMA, Polybutadien oder Polyisopren gebildet.

10 Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung enthält die Druckschicht neben den Dispersionspartikeln der Hauptspezies auch Dispersionspartikel mit geringerer Größe, die in Zwischenräumen der im Wesentlichen kugelförmigen Dispersionspartikel der Hauptspezies angeordnet sind. In diesem Fall ist die Größenverteilung der Dispersionspartikel oligomodal, da neben der Hauptspezies mit einem Durchmesser d_m mindestens eine weitere Spezies mit einem Durchmesser $d_{zw} < d_m$ vorhanden ist. Ist die Größe der weiteren Spezies deutlich kleiner als der Durchmesser der Hauptspezies, so führen die Dispersionspartikel der zusätzlichen Spezies zu einer Glättung und Einebnung der Druckschicht. Der Durchmesser der kleineren Spezies ist bevorzugt kleiner als $0,5 \cdot d_m$, besonders bevorzugt kleiner als $0,25 \cdot d_m$. Es versteht sich, 20 dass die Größenverteilung der kleineren Dispersionspartikel nicht ebenso eng sein muss, wie die der Hauptspezies, da sie nicht die Dicke der Abstandsschicht bestimmen.

25 In einer zweckmäßigen Gestaltung weisen die Dispersionspartikel geringerer Größe eine so niedrige Schmelztemperatur auf, dass sie beim Trocknen der Druckschicht aufschmelzen und verfilmen. Dadurch wird, wie oben beschrieben, neben einer Einebnung der Druckschicht eine verbesserte Haftung der Dispersionspartikel untereinander sowie zur darunter liegenden Schicht erreicht.

Optional können zusätzlich Verlaufs- und/oder Verfilmungsadditive, wie beispielsweise PVA oder Polysorbat 20, eingesetzt werden, um die Filmbildung und die Einebnung der Oberfläche zu optimieren.

- 5 Die Reflexionsschicht ist in vorteilhaften Ausgestaltungen durch eine opake Reflektorschicht, insbesondere aus einem Metall, wie Aluminium, Silber, Nickel, Kupfer, Eisen, Chrom oder Gold, gebildet.

- 10 Das Sicherheitselement kann auch als semitransparentes Color-Shift-Sicherheitselement ausgebildet sein. In diesem Fall wird als Reflexionsschicht anstelle einer opaken Reflexionsschicht eine Absorberschicht, eine semitransparente Metallschicht oder eine transparente Reflexionsschicht, deren Brechungsindex von dem der Druckschicht verschieden ist, eingesetzt. Als
15 transparente Reflexionsschicht kommen grundsätzlich fast alle aufdampfbaren, durchsichtigen Verbindungen infrage, insbesondere also auch höherbrechende Beschichtungsmaterialien, wie ZrO_2 , ZnS , TiO_2 und Indiumzinnoxide (ITO). Die Schichtdicke der transparenten Reflexionsschicht liegt vorzugsweise im Bereich von 30 nm bis 300 nm, besonders bevorzugt 50 nm bis 60 nm.

- 20 Als Absorberschichten dienen typischerweise Metallschichten aus Materialien, wie Chrom, Eisen, Gold, Kupfer, Aluminium oder Titan, in einer Dicke von vorzugsweise 4 nm bis 20 nm. Als Absorberschichtmaterialien können auch Verbindungen, wie Nickel-Chrom-Eisen, oder seltenere Metalle, wie
25 Vanadium, Palladium oder Molybdän, verwendet werden. Weitere geeignete Materialien sind z.B. Nickel, Cobalt, Wolfram, Niobium, Aluminium, Metallverbindungen, wie Metallfluoride, -oxide, -sulfide, -nitride, -carbide, -phosphide, -selenide, -silicide und Verbindungen davon, aber auch Kohlenstoff, Germanium, Cermet, Eisenoxid und dergleichen.

Die Absorber- und die Reflexionsschicht werden vorzugsweise im Vakuumbedampfungsverfahren aufgedampft.

5 Unterschiedlichste Bedampfungsverfahren sind zur Erzeugung der Schichten geeignet. Eine methodische Gruppe bildet Physical Vapor Deposition (PVD) mit Schiffchenbedampfung, Bedampfung durch Widerstandsheizung, Bedampfung durch Induktionsheizung oder auch Elektronenstrahlbedampfung, Sputtern (DC oder AC) und Lichtbogenbedampfung. Andererseits kann die Bedampfung auch als Chemical Vapor Deposition (CVD) erfolgen, 10 wie z.B. Sputtern im reaktiven Plasma oder jede andere plasmaunterstützte Bedampfungsart. Es besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit, Dielektrikumsschichten aufzudrucken.

15 Stehen Dispersionspartikel mit unterschiedlichem Brechungsindex zur Verfügung, kann das Color-Shift-Sicherheitselement auch so gestaltet werden, dass die Druckschicht zwei oder mehrere Teilschichten umfasst, die jeweils im Wesentlichen kugelförmige, monodisperse Dispersionspartikel mit voneinander verschiedenem Brechungsindex enthalten. Die Teilschichten können dabei durch eine semitransparente Metallschicht getrennt sein oder sie 20 werden alternativ unter Verzicht auf dazwischen liegende semitransparente Metallschichten unmittelbar übereinander angeordnet. In diesem Fall ergibt sich ein nahezu volltransparentes Sicherheitselement mit unterschiedlichem Farbeindruck unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln. Seine optische Wirkung entfaltet ein derartiges Sicherheitselement am besten vor einem 25 dunklen Hintergrund.

Wird zwischen den einzelnen Teilschichten eine semitransparente Metallschicht aufgebracht, so erhält man bei geeignet gewählter Transmission der semitransparenten Schichten ein Sicherheitselement, das einen deutlich

wahrnehmbaren Farbkippeffekt auch ohne einen absorbierenden Hintergrund zeigt.

- 5 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist das Dünnschichtelement auf der von der Abstandsschicht abgewandten Seite der Reflexionsschicht eine zweite Absorberschicht und eine zwischen der zweiten Absorberschicht und der Reflexionsschicht angeordnete zweite Abstandsschicht auf, so dass ein Dünnschichtelement mit von beiden Seiten sichtbaren Farbkippeffekten entsteht. Die zweite Abstandsschicht ist dabei durch eine
- 10 zweite Druckschicht mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung gebildet. Bevorzugt enthält die zweite Druckschicht eine Hauptspezies von im Wesentlichen kugelförmigen, monodispersen Dispersionspartikeln, wie sie oben in Zusammenhang mit der ersten Druckschicht beschrieben sind. Derartige symmetrisch ausgebildete Sicherheits
- 15 heitselemente können bei Sicherheitspapieren oder Wertdokumenten zum Einsatz kommen, die einen Fensterbereich oder ein Loch aufweisen. Das Sicherheitselement wird über dem Fensterbereich oder Loch angebracht, so dass es von beiden Seiten her sichtbar ist.
- 20 Mit Vorteil enthalten die erste und zweite Druckschicht jeweils eine Hauptspezies mit unterschiedlichem Durchmesser und/oder unterschiedlichem Brechungsindex, so dass bei dem Sicherheitselement auf beiden Seiten jeweils ein unterschiedlicher Farbkippeffekt erkennbar ist.
- 25 In den Zwischenräumen der Dispersionspartikel ist zweckmäßig eine Matrixfüllung aus Polymermaterial angeordnet, die die Druckschicht einebnet und eine gute Haftung der Dispersionspartikel untereinander und zur darunter liegenden Schicht herstellt. Eine solche Matrixfüllung kann in einem Temperaturschritt beispielsweise durch eine Verfilmung der Schalen von

Kern-Schale-Dispersionspartikeln oder durch eine Verfilmung einer zusätzlichen Spezies von Dispersionspartikeln gebildet werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das Dünnschichtelement mit einer flächigen Beugungsstruktur versehen, um ein Color-Shift-Hologramm zu bilden. In einer Variante sind dabei die Absorberschicht, die Abstandsschicht und die Reflektorschicht in dieser Reihenfolge auf einem Träger mit der flächigen Beugungsstruktur angeordnet. In einer anderen Variante ist die Reihenfolge der Schichten umgekehrt, so dass die Reflektorschicht, die Abstandsschicht und die Absorberschicht in dieser Reihenfolge auf dem Träger angeordnet sind.

Der Träger kann beispielsweise durch eine mit einer Beugungsstruktur versehene Prägelackschicht auf einer Kunststoffolie gebildet sein, welche einen Bestandteil des fertigen Sicherheitselements bildet. Die Beugungsstruktur der Prägelackschicht setzt sich dabei beim Aufbringen der weiteren Schichten in diesen vertikal nach oben fort. Die Schichten können auch auf einem Zwischenträger erzeugt werden, der bei Fertigstellung des Sicherheitselements oder spätestens beim Aufbringen oder Einbringen des Sicherheitselements in einen Gegenstand entfernt wird. Die Absorberschicht eines derartigen Color-Shift-Hologramms weist typischerweise eine Transmission zwischen 25% und 75% auf. Vorzugsweise ist der Dünnschichtaufbau der erfindungsgemäßen Sicherheitselemente auf ein Substrat aufgebracht. Bei dem Substrat handelt es sich vorzugsweise um eine transparente Kunststoffolie, wie z.B. Polyester.

Die oben beschriebenen Sicherheitselemente können beispielsweise in Form eines Sicherheitsstreifens, eines Sicherheitsfadens, eines Sicherheitsbandes, eines etikettenförmigen Einzelements (Patch) oder eines Transferelements

- 10 -

zum Aufbringen auf ein Sicherheitspapier, Wertaschument oder dergleichen ausgebildet sein.

Die Erfindung umfasst auch ein Sicherheitspapier für die Herstellung von Sicherheitsdokumenten, wie Banknoten, Ausweiskarten oder dergleichen, das mit einem oben beschriebenen Sicherheitselement ausgestattet ist. Das Sicherheitspapier kann insbesondere wenigstens einen durchgehenden Fensterbereich oder ein Loch enthalten, das mit dem Sicherheitselement bedeckt ist. In diesem Fall kommt mit Vorteil ein symmetrisches Sicherheitselement zum Einsatz, dessen Farbkippeffekte von beiden Seiten sichtbar sind.

Die Erfindung enthält ferner ein mit einem oben beschriebenen Sicherheitselement ausgestattetes Wertaschument, beispielsweise eine Banknote. Das Wertaschument kann ebenfalls einen mit dem Sicherheitselement bedeckten Fensterbereich oder ein damit abgedecktes Loch enthalten.

Das beschriebene Sicherheitselement, Sicherheitspapier oder Wertaschument kann unter anderem zur Sicherung von Waren beliebiger Art eingesetzt werden.

Zur Herstellung eines Sicherheitselements für Sicherheitspapiere, Wertaschumente und dergleichen, das ein Dünnschichtelement mit Farbkippeffekt enthält, welches eine Reflexionsschicht, eine Absorberschicht und eine zwischen Reflexionsschicht und Absorberschicht angeordnete Abstandsschicht aufweist, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Abstandsschicht in einem Druckverfahren mit einer Druckfarbe mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung aufgebracht wird.

Die Abstandsschicht wird insbesondere mittels Tiefdruck, Flexodruck oder Offsetdruck aufgebracht. Bevorzugt wird dabei eine Druckfarbe verwendet, die eine Hauptspezies von im Wesentlichen kugelförmigen, monodispersen Dispersionspartikeln enthält. Der Feststoffanteil der Farbe und die Übertragungs-
5 gungsmenge werden beim Druckvorgang zweckmäßig so eingestellt, dass sich auf der Reflexionsschicht überwiegend ein Monolayer oder Submonolayer mit den Dispersionspartikeln bildet.

Die aufgedruckte Abstandsschicht wird mit Vorteil einem Temperaturschritt
10 unterworfen, in dem zumindest ein Bestandteil der Druckfarbe aufschmilzt. Der aufschmelzende Bestandteil kann beispielsweise durch die Dispersionspartikel selbst, die Schale der Dispersionspartikel oder eine zusätzliche Dispersionspartikel-Spezies gebildet sein. Der aufgeschmolzene Bestandteil verfilmt und ebnet dadurch zum einen die aufgedruckte Schicht ein und verbessert
15 zum anderen die Haftung der Dispersionspartikel untereinander und zum Untergrund.

Weist das Dünnschichtelement auf der von der Abstandsschicht abgewandten Seite der Reflexionsschicht eine zweite Abstandsschicht und eine zweite
20 Absorberschicht auf, so wird erfindungsgemäß die zweite Abstandsschicht ebenfalls in einem Druckverfahren mit einer Druckfarbe mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung aufgebracht. Es ergibt sich ein symmetrisches Dünnschichtelement mit von beiden Seiten sichtbaren Farbkippeffekten. Für die zweite Abstandsschicht wird dabei wie
25 für die erste Abstandsschicht bevorzugt eine Druckfarbe verwendet, die eine Hauptspezies von im Wesentlichen kugelförmigen, monodispersen Dispersionspartikeln enthält.

Nach einer bevorzugten Weiterentwicklung werden für die erste und zweite Abstandsschicht Druckfarben verwendet, die jeweils eine Hauptspezies mit unterschiedlichem Durchmesser und/oder unterschiedlichem Brechungsindex enthalten, so dass bei dem Dünnschichtelement von den beiden Seiten unterschiedliche Farbkippeffekte erkennbar sind.

Das Aufdrucken der Abstandsschicht oder, im Fall eines symmetrischen Dünnschichtelements, beider Abstandsschichten erfolgt mit besonderem Vorteil von Rolle mit einer über die Bahnbreite gleichmäßigen Schichtdicke.

10 In einem weiteren Aspekt enthält die Erfindung eine Druckfarbe mit optisch variablen Farbpigmenten, die durch Interferenzschicht-Partikel gebildet sind.

Der Schichtaufbau der Interferenzschicht-Partikel umfasst eine Reflexionsschicht, eine Absorberschicht und eine zwischen Reflexionsschicht und Absorberschicht angeordnete Abstandsschicht, wobei die Abstandsschicht durch eine Druckschicht mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung gebildet ist. Bezüglich der vorteilhaften Durchmesser, des Aufbaus, der Materialwahl, der Anordnung und sonstiger Eigenschaften der Dispersionspartikel wird auf obige Ausführungen im Zusammenhang mit dem Sicherheitselement verwiesen, die für die Dispersionspartikel der Druckfarbe ebenfalls gelten.

Bei einem Verfahren zur Herstellung einer Druckfarbe mit optisch variablen Farbpigmenten wird auf ein Substrat ein Dünnschichtelement mit Farbkippeffekt aufgebracht, indem auf das Substrat eine Reflexionsschicht, eine Absorberschicht und eine Abstandsschicht aufgebracht werden, wobei die Abstandsschicht in einem Druckverfahren mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung aufgebracht wird, das Dünnschichtelement

schichtelement von dem Substrat abgelöst wird, das abgelöste Dünnschicht-
element auf eine gegebene Partikelgröße gemahlen und die Partikel als op-
tisch variable Farbpigmente in ein Bindemittel eingebracht werden.

- 5 Bei derartigen Druckfarben ist es von Vorteil, wenn unter der Reflexions-
schicht ein dunkler Untergrund vorliegt, bevorzugt schwarze Farbe ver-
druckt ist. Interferenzpigmente, die beim Verdrucken der Druckfarbe nicht
mit dem gewünschten Interferenzschichtaufbau, sondern mit dem schwar-
zen Untergrund nach oben zu liegen kommen, stören den Farbeindruck weit
10 weniger als Pigmente, die mit der Reflexionsschicht nach oben zu liegen
kommen. Letztere reflektieren weißes Licht relativ stark, was den ge-
wünschten Farbeindruck durch den Interferenzschichtaufbau stört.

- In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Schichtaufbau der Inter-
15 ferenzschicht-Partikel eine erste Absorberschicht, eine erste Abstandsschicht,
eine Reflexionsschicht, eine zweite Abstandsschicht und eine zweite Absor-
berschicht, wobei die erste Abstandsschicht zwischen der Reflexionsschicht
und der ersten Absorberschicht angeordnet ist, und die zweite Abstands-
schicht zwischen der Reflexionsschicht und der zweiten Absorberschicht an-
20 geordnet ist. Die erste und zweite Abstandsschicht sind dabei durch eine er-
ste beziehungsweise zweite Druckschicht mit Dispersionspartikeln mit mo-
nomodaler oder oligomodaler Größenverteilung gebildet.

- Die erste und zweite Abstandsschicht der Interferenzschicht-Partikel enthal-
25 ten bevorzugt jeweils eine Hauptspezies von im Wesentlichen kugelförmi-
gen, monodispersen Dispersionspartikeln, deren Durchmesser die Dicke der
ersten bzw. zweiten Abstandsschicht bestimmen. Bezüglich der vorteilhaften
Durchmesser, des Aufbaus, der Materialwahl, der Anordnung und sonstiger
Eigenschaften der Dispersionspartikel wird auf die obigen Ausführungen in

Zusammenhang mit dem Sicherheitselement verwiesen, die für die Dispersionspartikel der Druckfarbe ebenfalls gelten.

Bei einem Verfahren zur Herstellung einer Druckfarbe mit optisch variablen

5 Farbpigmenten

- a) wird auf ein Substrat ein Dünnschichtelement mit Farbkippereffekt aufgebracht, indem auf das Substrat in dieser Reihenfolge eine erste Absorberschicht, eine erste Abstandsschicht, eine Reflexionsschicht, eine zweite Abstandsschicht und eine zweite Absorberschicht aufgebracht werden,

10 wobei die erste und zweite Abstandsschicht jeweils in einem Druckverfahren mit einer Druckfarbe mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung aufgebracht werden,

- b) wird das Dünnschichtelement von dem Substrat abgelöst,
15 c) wird das abgelöste Dünnschichtelement auf eine gegebene Partikelgröße gemahlen, und
d) werden die Partikel als optisch variable Farbpigmente in ein Bindemittel eingebracht.

20 Für die Einzelheiten der Aufbringung der Abstandsschichten wird wieder auf die obigen Ausführungen in Zusammenhang mit dem Sicherheitselement verwiesen. Die dort erwähnten vorteilhaften Ausgestaltungen gelten für die Herstellung der Druckfarbe ebenfalls.

25 Für alle erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele gilt auch, dass die Abstandsschicht partiell aus unterschiedlichen Dispersionspartikeln aufgebaut ist. D.h., es ist möglich, an verschiedenen Stellen unterschiedliche Farbkippereffekte zu erzielen. So können beispielsweise zwei oder mehrere Bereiche mit Dispersionspartikeln unterschiedlicher Kugelgröße nebeneinander gedruckt

werden. Es ist auch denkbar, eine vollflächige Abstandsschicht mit Dispersionspartikeln einer bestimmten Größe mit einer weiteren Abstandsschicht mit Dispersionspartikeln einer anderen Größe motivabhängig zu überdrucken. In den so ausgestatteten Sicherheitselementen kann der Betrachter an
5 unterschiedlichen Stellen unterschiedliche Farbkippeffekte wahrnehmen.

Weitere Ausführungsbeispiele sowie Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Zur besseren Anschaulichkeit wird in den Figuren auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Darstellung ver-
10 zichtet.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem aufgeklebten Color-Shift-Transferelement nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,
15

Fig. 2 das Color-Shift-Element von Fig. 1 im Querschnitt,

20 Fig. 3 in (a) eine Druckfarbe mit monodispersen Dispersionspartikeln mit Kern-Schale-Aufbau, und in (b) ein Color-Shift-Element mit einer mit der Druckfarbe von Fig. 3(a) aufgedruckten Abstandsschicht nach einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung,

25 Fig. 4 in (a) eine Druckfarbe, die neben einer monodispersen Hauptspezies auch hochschmelzende Dispersionspartikel geringeren Durchmessers enthält, und in (b) ein Color-Shift-Element mit einer mit der Druckfarbe von Fig. 4(a) aufgedruckten Ab-

standsschicht nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung,

- 5 Fig. 5 in (a) eine Druckfarbe, die neben einer mondispersen Hauptspezies auch leicht filmbildende Dispersionspartikel geringeren Durchmessers enthält, und in (b) ein Color-Shift-Element mit einer mit der Druckfarbe von Fig. 5(a) aufgedruckten Abstandsschicht nach noch einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- 10 Fig. 6 ein Color-Shift-Element nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung im Querschnitt,
- 15 Fig. 7 einen Schnitt durch eine Banknote mit ausgestanzter Öffnung, die von einem Color-Shift-Element der in der Fig. 6 gezeigten Art abgedeckt wird,
- 20 Fig. 8 ein Color-Shift-Hologramm nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung im Querschnitt, und
- Fig. 9 eine Druckfarbe mit optisch variablen Farbpigmenten nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

25 Die Erfindung wird nun am Beispiel einer Banknote erläutert. Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Banknote 10 mit einem aufgeklebten Color-Shift-Transferelement 12. Das Color-Shift-Element 12 kann, wie weiter unten gezeigt, einen Fensterbereich oder ein Loch in der Banknote überdecken, oder es kann auf einem geschlossenen und im Wesentlichen undurchsichtigen Teil der Banknote angebracht sein. In letztem Fall, der mit Bezug

- 17 -

auf die Fig. 1 bis 5 nunmehr näher erläutert wird, weist das Color-Shift-Element 12 nur einen von der Vorderseite her sichtbaren Farbkippeffekt auf.

Der Schichtaufbau des Color-Shift-Elements 12 nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Fig. 2 schematisch im Querschnitt dargestellt. Das Color-Shift-Element 12 weist eine Reflexionsschicht 14 auf, die durch eine opake Metallschicht gebildet ist, eine Absorberschicht 18 und eine zwischen diesen Schichten angeordnete Abstandsschicht 16.

Die Abstandsschicht 16 ist im Ausführungsbeispiel mit einer Druckfarbe mit monodispersen Dispersionspartikeln 20 aufgedruckt, welche einen Durchmesser von 400 nm aufweisen. Nach dem Trocknen der Druckfarbe bilden die Dispersionspartikel 20 eine gleichförmige und regelmäßige Struktur auf der Reflexionsschicht 14 aus. Der Feststoffanteil der Druckfarbe und die Übertragungsmenge wird dabei so eingestellt, dass sich im Wesentlichen ein Monolayer aus Dispersionspartikeln 20 auf der Oberfläche der Reflexionsschicht 14 einstellt.

Aufgrund des gleichmäßigen Durchmessers der monodispersen Dispersionspartikel 20 weist die Abstandsschicht 16 eine sehr gleichmäßige Schichtdicke auf, die im Wesentlichen dem Durchmesser der Dispersionspartikel 20 entspricht. Fehlstellen oder Lücken in der geordneten Struktur ergeben formal einen Submonolayer an Dispersionspartikeln 20. Diese Ordnungsfehler führen jedoch nicht zu einer Verschlechterung der Schichtdickenkonstanz, solange die Belegungsdichte der Dispersionspartikel 20 nur groß genug ist.

Es versteht sich, dass der Durchmesser der Dispersionspartikel 20 entsprechend der gewünschten Farbe des Color-Shift-Elements 12 unter Berücksichtigung des Brechungsindex des Dispersionspartikelmaterials gewählt wird.

- 5 Fig. 3 zeigt in (a) eine Druckfarbe 22, bei der monodisperse Kern-Schale-Partikel 24 in Wasser dispergiert sind. Die Kern-Schale-Partikel 24 weisen einen hochschmelzenden Kern 26 und eine leicht filmbildende Hülle 28 auf. Beispielsweise kann der Kern 26 aus Polystyrol und die Schale 24 aus Polybutylacrylat bestehen. Nach dem Aufbringen der Druckfarbe 22 auf die Reflexionsschicht 14 wird die Abstandsschicht 16 in einem nachfolgenden Prozessschritt getrocknet. Dabei schmelzen die Schalen 28 der Dispersionspartikeln 24 und verfilmen zu einer Einbettungsmatrix 30, wie in Fig. 3(b) dargestellt. Dadurch wird sowohl eine Einebnung der Druckschicht 16 erreicht, als auch die Haftung der verbleibenden Kerne 26 der Dispersionspartikel untereinander und zur darunter liegenden Reflexionsschicht 14 verbessert.
- 10
15

- Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 4 dargestellt. Die Druckfarbe 32 der Fig. 4(a) enthält neben einer monodispersen Hauptspezies 34 auch hochschmelzende Dispersionspartikel 36 geringeren Durchmessers. Im Ausführungsbeispiel ist die Größenverteilung der Dispersionspartikel 34 und 36 daher bimodal. Beim Aufdrucken der Druckfarbe 32 auf die Reflexionsschicht 14 füllen die kleineren Dispersionspartikel 36 die Zwischenräume 38 zwischen den größeren Partikeln 34 und ebnen damit die Druckschicht 16 ein. Es versteht sich, dass die Größenverteilung der kleineren Partikelspezies 36 nicht ebenso eng sein muss, wie die Verteilung der Hauptspezies 34, da sie für die Dicke der Abstandsschicht 16 von untergeordneter Bedeutung sind.
- 20
25

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer Druckfarbe 40, bei dem die kleineren Dispersionspartikel 42 im Unterschied zur eben beschriebenen Druckfarbe 32 leicht filmbildend sind. Nach dem Aufbringen der Druckfarbe 40 auf die Reflexionsschicht 14 werden die Dispersionspartikel 42 in einem Temperaturschritt zu einem Film 44 verschmolzen. Wie in Zusammenhang mit der Fig. 3 beschrieben, ergeben sich durch den Einbettungsfilm 44 eine Einebnung der Druckschicht 16 sowie eine verbesserte Haftung der Hauptspezies 34.

- 10 Ein Sicherheitselement mit symmetrischem Schichtaufbau, bei dem von beiden Seiten her ein Farbkippeffekt sichtbar ist, ist in Fig. 6 illustriert. Das dort gezeigte Dünnschichtelement 50 enthält eine erste Absorberschicht 52, eine erste Abstandsschicht 54, eine opake Reflektorschicht 56, eine zweite Abstandsschicht 58 und eine zweite Absorberschicht 60. Beide Abstandsschichten 54 und 58 sind, wie oben beschrieben, durch eine Druckschicht mit monomodal oder oligomodal Größenverteilten Dispersionspartikeln gebildet.

Die erste Abstandsschicht 54 ist im Ausführungsbeispiel mit einer Druckfarbe mit monodispersen Dispersionspartikeln 62 eines Durchmessers von 400 nm aufgedruckt, die zweite Abstandsschicht 58 mit einer Druckfarbe mit monodispersen Dispersionspartikeln 64 mit einem Durchmesser von 300 nm. Entsprechend der unterschiedlichen Größe der Dispersionspartikel 62, 64 treten auf der Vorder- und Rückseite des Dünnschichtelements 50 unterschiedliche Farbkippeffekte auf. Es versteht sich, dass auch für das symmetrische Sicherheitselement Dispersionspartikel mit Kern-Schale-Aufbau oder Druckfarben mit zusätzlichen Dispersionspartikeln geringeren Durchmessers, wie in den Figuren 3 bis 5 gezeigt, verwendet werden können.

Eine Anwendung des symmetrischen Dünnschichtelements 50 ist in der Fig. 7 dargestellt, die eine Banknote 70 mit einer durchgehenden gestanzten Öffnung 72 zeigt. Die Öffnung 72 ist auf der Vorderseite der Banknote 70 vollständig von dem Dünnschichtelement 50 der Fig. 6 abgedeckt. Wegen der opaken Reflexionsschicht 56 ist von der Vorderseite der Banknote 70 her betrachtet nur der durch die obere Abstandsschicht 54 mit ihren 300 nm durchmessenden Dispersionspartikeln bestimmte Farbkippeffekt sichtbar.

Wird die Banknote 70 von der Rückseite her betrachtet, ist durch die Öffnung 72 die Rückseite des Dünnschichtelementes 50, und damit nur der zweite, durch die untere Abstandsschicht 58 und die 220 nm großen Dispersionspartikel bestimmte Farbkippeffekt erkennbar. Der von beiden Seiten unterschiedliche Farbkippeffekt ist auch für Laien leicht zu überprüfen, jedoch schwer nachzuahmen und erhöht somit die Sicherheit der mit dem Sicherheitselement 50 versehenen Banknote beträchtlich.

Das Sicherheitselement 80 des in Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispiels stellt ein so genanntes Color-Shift-Hologramm dar. Das Sicherheitselement 80 enthält ein Dünnschichtelement 82 mit Farbkippeffekt, das zusätzlich mit einer flächigen Beugungsstruktur 84 versehen ist. Dazu ist auf einer Trägerfolie 86 eine Prägelackschicht 88 aufgebracht, in die eine Beugungsstruktur 84 eingeprägt ist. Auf die Prägelackschicht 88 ist eine semitransparente Absorberschicht 90 mit einer Transmission zwischen 25% und 75%, im Ausführungsbeispiel von etwa 50%, aufgedampft.

25

Auf die Absorberschicht 90 ist eine Abstandsschicht 92 aufgebracht, die durch eine oben beschriebene Druckschicht mit Dispersionspartikeln monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung gebildet ist. Während in der Fig. 8 der Einfachheit halber lediglich der Fall einer monodispersen Spezies

von Dispersionspartikeln 94 illustriert ist, versteht es sich, dass auch alle anderen beschriebenen Dispersionspartikel zum Einsatz kommen können.

Die Abstandsschicht 92 ist mit einer Reflektorschicht 96, im Ausführungsbeispiel aus Aluminium, beschichtet. Beim Aufbringen der Absorberschicht 90, der Abstandsschicht 92 und der Reflektorschicht 96 setzt sich die flächige Beugungsstruktur 84 der Prägelackschicht 88 nach oben in die aufgetragenen Schichten fort, so dass beim fertig gestellten Color-Shift-Hologramm 80 alle Teilschichten eine Beugungsstruktur aufweisen. Das Anwendungsgebiet solcher drucktechnisch erzeugter Color-Shift-Hologramme 80 ist ebenso breit und vielseitig wie das herkömmlicher Beugungshologramme.

Die in Zusammenhang mit der Fig. 6 beschriebenen symmetrischen Dünnschichtelemente 50 können zur Herstellung einer Druckfarbe mit optisch variablen Farbpigmenten genutzt werden. Eine solche Druckfarbe ist in Fig. 9 schematisch dargestellt. Zur Herstellung der Druckfarbe 100 wird auf ein Substrat ein Dünnschichtelement 50 mit Farbkippereffekt, wie in Zusammenhang mit der Fig. 6 im Detail beschrieben, aufgebracht. Das Dünnschichtelement 50 wird dann von dem Substrat abgelöst und das abgelöste Dünnschichtelement auf eine gegebene Partikelgröße gemahlen. Die Partikel werden dann als optisch variable Farbpigmente 102 in ein Bindemittel 100 eingebracht. Auf diese Weise lassen sich optisch variable Farbpigmente für Druckfarben einfach und kostengünstig herstellen.

Patentansprüche

1. Sicherheitselement für Sicherheitspapiere, Wertdokumente und dergleichen mit einem Dünnschichtelement (12) mit Farbkippeffekt, das eine Reflexionsschicht (14), eine Absorberschicht (18) und eine zwischen Reflexionsschicht (14) und Absorberschicht (18) angeordnete Abstandsschicht (16) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandsschicht (16) durch eine Druckschicht mit Dispersionspartikeln (20) mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung gebildet ist.
2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckschicht eine Hauptspezies von im Wesentlichen kugelförmigen, monodispersen Dispersionspartikeln (20) enthält, deren Durchmesser die Dicke der Abstandsschicht (16) bestimmt.
3. Sicherheitselement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dispersionspartikel (20) der Hauptspezies einen Durchmesser aufweisen, der zwischen etwa 100 nm und etwa 1500 nm, bevorzugt zwischen etwa 200 nm und etwa 500 nm liegt.
4. Sicherheitselement nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckschicht einen Monolayer oder Submonolayer der Dispersionspartikel (20) der Hauptspezies umfasst.
5. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dispersionspartikel (20) der Hauptspezies eine Schmelztemperatur im Bereich von 50°C bis 250°C aufweisen.

6. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dispersionspartikel (20) der Hauptspezies aus Polystyrol, Styrol-Acryl-Nitril-Copolymerisate (SAN), aromatische Polyester oder Polyamide gebildet sind.

5

7. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dispersionspartikel (24) der Hauptspezies einen Kern-Schale-Aufbau mit einem hochschmelzenden Kern (26) und einer leicht filmbildenden Schale (28) aufweisen.

10

8. Sicherheitselement nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kern (26) der Dispersionspartikel aus einem Hartpolymer wie Polystyrol, PMMA, Styrol-Acryl-Nitril-Copolymerisate(SAN) oder aromatische Polyester, und die Schale (28) aus PMMA, Polybutadien oder Polyisopren gebildet ist.

15

9. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckschicht neben den Dispersionspartikeln (34) der Hauptspezies auch Dispersionspartikel (36) mit geringerer Größe enthält, die in Zwischenräumen (38) der Dispersionspartikel (34) der Hauptspezies angeordnet sind.

20

10. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht (14) opak ist.

25

11. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht (14) durch eine semitransparente Metallschicht gebildet ist.

- 24 -

12. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht (14) durch eine transparente Reflexionsschicht gebildet ist, die einen von der Druckschicht (16) verschiedenen Brechungsindex aufweist.

5

13. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckschicht zwei oder mehrere Teilschichten umfasst, die jeweils im Wesentlichen kugelförmige, monodisperse Dispersionspartikel mit voneinander verschiedenem Brechungsindex enthalten.

10

14. Sicherheitselement nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Teilschichten durch eine semitransparente Metallschicht getrennt sind.

15

15. Sicherheitselement nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Teilschichten unmittelbar übereinander angeordnet sind.

20 16. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dünnschichtelement (50) auf der von der Abstandsschicht (52) abgewandten Seite der Reflexionsschicht (56) eine zweite Absorberschicht (60) und eine zwischen der zweiten Absorberschicht (60) und der Reflexionsschicht (56) angeordnete zweite Abstandsschicht (58)
25 aufweist, so dass ein Dünnschichtelement (50) mit von beiden Seiten sichtbaren Farbkippeffekten entsteht, wobei die zweite Abstandsschicht (58) durch eine zweite Druckschicht mit Dispersionspartikeln (64) mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung gebildet ist.

17. Sicherheitselement nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Druckschicht eine Hauptspezies von im Wesentlichen kugelförmigen, monodispersen Dispersionspartikeln (64) enthält, wie in wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 9 beschrieben.

5

18. Sicherheitselement nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste und zweite Druckschicht (54, 58) jeweils eine Hauptspezies (62, 64) mit unterschiedlichem Durchmesser und/oder unterschiedlichem Brechungsindex enthalten, so dass von den beiden Seiten des Sicherheitselements (50) unterschiedliche Farbkippeffekte erkennbar sind.

10

19. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Zwischenräumen der Dispersionspartikel eine Matrixfüllung (30; 44) aus Polymermaterial angeordnet ist.

15

20. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dünnschichtelement (80) mit einer flächigen Beugungsstruktur (84) versehen ist.

20

21. Sicherheitselement nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Absorberschicht (90), die Abstandsschicht (92) und die Reflexionsschicht (96) in dieser Reihenfolge auf einem Träger (86, 88) mit der flächigen Beugungsstruktur (84) angeordnet sind.

25

22. Sicherheitselement nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht, die Abstandsschicht und die Absorberschicht in dieser Reihenfolge auf einem Träger mit der flächigen Beugungsstruktur angeordnet sind.

- 26 -

23. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Absorberschicht (90) eine Transmission zwischen 25% und 75% aufweist.
- 5 24. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 20 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die flächige Beugungsstruktur durch eine Prägestruktur (86, 88) gebildet ist.
- 10 25. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherheitselement (12; 50; 80) einen Sicherheitsstreifen, einen Sicherheitsfaden, ein Sicherheitsband, ein Patch oder ein Transferelement zum Aufbringen auf ein Sicherheitspapier, Wertdokument und dergleichen bildet.
- 15 26. Sicherheitspapier für die Herstellung von Sicherheitsdokumenten, wie Banknoten, Ausweiskarten oder dergleichen, das mit einem Sicherheitselement (12; 50; 80) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 25 ausgestattet ist.
- 20 27. Sicherheitspapier nach wenigstens einem der Ansprüche 16 bis 18 und nach Anspruch 26, mit wenigstens einem mit dem Sicherheitselement bedeckten Fensterbereich oder Loch.
- 25 28. Wertdokument, wie Banknote, Ausweiskarte oder dergleichen, das mit einem Sicherheitselement (12; 50; 80) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 25 ausgestattet ist.

- 27 -

29. Werten dokument (70) nach wenigstens einem der Ansprüche 16 bis 18 und nach Anspruch 27, mit wenigstens einem mit dem Sicherheitselement (50) bedeckten Fensterbereich oder Loch (72).

5 30. Verwendung eines Sicherheitselements nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 25, eines Sicherheitspapiers nach Anspruch 26 oder 27, oder eines Werten dokument nach Anspruch 28 oder 29 zur Sicherung von Waren beliebiger Art.

10 31. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements für Sicherheitspapiere, Werten dokumente und dergleichen, das ein Dünnschichtelement mit Farbkippereffekt enthält, welches eine Reflexionsschicht, eine Absorberschicht und eine zwischen Reflexionsschicht und Absorberschicht angeordnete Abstandsschicht aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandsschicht
15 in einem Druckverfahren mit einer Druckfarbe mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung aufgebracht wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandsschicht mittels Tiefdruck, Flexodruck oder Offsetdruck aufgebracht
20 wird.

33. Verfahren nach Anspruch 31 oder 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Druckfarbe verwendet wird, die eine Hauptspezies von im Wesentlichen kugelförmigen, monodispersen Dispersionspartikeln enthält.

25

34. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Feststoffanteil der Farbe und die Übertragungsmenge beim Druckvorgang so eingestellt werden, dass sich auf der Reflexions-

schicht überwiegend ein Monolayer oder Submonolayer mit den Dispersionspartikeln bildet.

35. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass die aufgedruckte Abstandsschicht einem Temperaturschritt unterworfen wird, in dem zumindest ein Bestandteil der Druckfarbe aufschmilzt.

36. Verfahren nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckfarbe Dispersionspartikel enthält, die bei dem Temperaturschritt aufschmelzen.

37. Verfahren nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckfarbe Dispersionspartikel mit einem Kern-Schale-Aufbau mit einem hochschmelzenden Kern und einer leicht filmbildenden Schale aufweist, wobei die Schalen der Dispersionspartikel bei dem Temperaturschritt schmelzen und verfilmen.

38. Verfahren nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckfarbe neben einer Hauptspezies von Dispersionspartikeln, deren Durchmesser die Dicke der Abstandsschicht bestimmt, Dispersionspartikel mit geringerer Größe enthält, die bei dem Temperaturschritt aufschmelzen und verfilmen.

39. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Absorberschicht, die Abstandsschicht und die Reflexionsschicht in dieser Reihenfolge auf einem Träger mit einer flächigen Beugungsstruktur aufgebracht werden.

40. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht, die Abstandsschicht und die Absorberschicht in dieser Reihenfolge auf einem Träger mit der flächigen Beugungsstruktur aufgebracht werden.

5

41. Verfahren nach Anspruch 39 oder 40, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Absorberschicht auf den Träger oder die Abstandsschicht aufgedampft wird.

42. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dünnschichtelement auf der von der Abstandsschicht abgewandten Seite der Reflexionsschicht eine zweite Abstandsschicht und eine zweite Absorberschicht aufweist, wobei die zweite Abstandsschicht in einem Druckverfahren mit einer Druckfarbe mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung aufgebracht wird, so
10 dass ein Dünnschichtelement mit von beiden Seiten sichtbaren Farbkipp-
15 effekten entsteht.

43. Verfahren nach Anspruch 42, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die zweite Abstandsschicht eine Druckfarbe verwendet wird, die eine Haupt-
20 spezies von im Wesentlichen kugelförmigen, monodispersen Dispersionspartikeln enthält.

44. Verfahren nach Anspruch 42 oder 43, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die erste und zweite Abstandsschicht Druckfarben verwendet werden, die
25 jeweils eine Hauptspezies mit unterschiedlichem Durchmesser und/oder unterschiedlichem Brechungsindex enthalten, so dass bei dem Dünnschichtelement von den beiden Seiten unterschiedliche Farbkippeffekte erkennbar sind.

45. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 44, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Aufdrucken der Abstandsschicht(en) von Rolle mit einer über die Bahnbreite gleichmäßigen Schichtdicke erfolgt.

5 46. Druckfarbe (100) mit optisch variablen Farbpigmenten, die durch Interferenzschicht-Partikel (102) gebildet sind, deren Schichtaufbau eine Reflexionsschicht, eine Absorberschicht und eine zwischen Reflexionsschicht und Absorberschicht angeordnete Abstandsschicht aufweist, wobei die Abstandsschicht in einem Druckverfahren mit Dispersionspartikeln mit monomodaler
10 oder oligomodaler Größenverteilung gebildet ist, oder deren Schichtaufbau eine erste Absorberschicht (52), eine erste Abstandsschicht (54), eine Reflexionsschicht (56), eine zweite Abstandsschicht (58) und eine zweite Absorberschicht (60) umfasst, wobei die erste Abstandsschicht (54) zwischen der Reflexionsschicht (56) und der ersten Absorberschicht (52) angeordnet ist, die
15 zweite Abstandsschicht (58) zwischen der Reflexionsschicht (56) und der zweiten Absorberschicht (60) angeordnet ist, und wobei die erste und zweite Abstandsschicht (54, 58) durch eine erste beziehungsweise zweite Druckschicht mit Dispersionspartikeln (62, 64) mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung gebildet sind.

20

47. Druckfarbe (100) nach Anspruch 46, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste und zweite Druckschicht jeweils eine Hauptspezies von im Wesentlichen kugelförmigen, monodispersen Dispersionspartikeln (62, 64) enthalten, deren Durchmesser die Dicke der ersten bzw. zweiten Abstandsschicht (54,
25 58) bestimmen.

48. Druckfarbe (100) nach Anspruch 47, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dispersionspartikel (62, 64) der Hauptspezies der ersten und/oder zweiten

Druckschicht einen Durchmesser aufweisen, der zwischen etwa 100 nm und etwa 1500 nm, bevorzugt zwischen etwa 200 nm und etwa 500 nm liegt.

49. Druckfarbe (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 46 bis 48, **da-**
5 **durch gekennzeichnet**, dass die erste und/oder zweite Druckschicht jeweils einen Monolayer oder Submonolayer der Dispersionspartikel (62, 64) der Hauptspezies umfasst.

50. Druckfarbe (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 46 bis 49, **da-**
10 **durch gekennzeichnet**, dass die Dispersionspartikel (62, 64) der Hauptspezies der ersten und/oder zweiten Druckschicht eine Schmelztemperatur im Bereich von 50°C bis 250°C aufweisen.

51. Druckfarbe (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 46 bis 50, **da-**
15 **durch gekennzeichnet**, dass die Dispersionspartikel (62, 64) der Hauptspezies der ersten und/oder zweiten Druckschicht aus Polystyrol, Styrol-Acryl-Nitril-Copolymerisate (SAN), aromatische Polyester oder Polyamide gebildet sind.

20 52. Druckfarbe (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 46 bis 49, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dispersionspartikel der Hauptspezies der ersten und/oder zweiten Druckschicht einen Kern-Schale-Aufbau mit einem hochschmelzenden Kern und einer leicht filmbildenden Schale aufweisen.

25 53. Druckfarbe (100) nach Anspruch 52, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kern der Dispersionspartikel aus einem Hartpolymer, wie Polystyrol, PMMA, Styrol-Acryl-Nitril-Copolymerisate (SAN) oder aromatische Polyester, und die Schale aus PMMA, Polybutadien oder Polyisopren gebildet ist.

- 32 -

54. Druckfarbe (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 46 bis 49, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder zweite Druckschicht neben den Dispersionspartikeln der Hauptspezies auch Dispersionspartikel mit geringerer Größe enthält, die in Zwischenräumen der Dispersionspartikel der Hauptspezies angeordnet sind.

55. Verfahren zur Herstellung einer Druckfarbe mit optisch variablen Farbpigmenten, bei dem auf ein Substrat ein Dünnschichtelement mit Farbkipp-effekt aufgebracht wird, indem auf das Substrat eine Reflexionsschicht, eine Absorberschicht und eine Abstandsschicht aufgebracht werden, wobei die Abstandsschicht in einem Druckverfahren mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung aufgebracht wird, das Dünnschichtelement von dem Substrat abgelöst wird, das abgelöste Dünnschichtelement auf eine gegebene Partikelgröße gemahlen und die Partikel als optisch variable Farbpigmente in ein Bindemittel eingebracht werden.

56. Verfahren zur Herstellung einer Druckfarbe mit optisch variablen Farbpigmenten, bei dem

- a) auf ein Substrat ein Dünnschichtelement mit Farbkippeffekt aufgebracht wird, indem auf das Substrat in dieser Reihenfolge eine erste Absorberschicht, eine erste Abstandsschicht, eine Reflexionsschicht, eine zweite Abstandsschicht und eine zweite Absorberschicht aufgebracht werden,
- wobei die erste und zweite Abstandsschicht jeweils in einem Druckverfahren mit einer Druckfarbe mit Dispersionspartikeln mit monomodaler oder oligomodaler Größenverteilung aufgebracht werden,
- b) das Dünnschichtelement von dem Substrat abgelöst wird,

- c) das abgelöste Dünnschichtelement auf eine gegebene Partikelgröße gemahlen wird, und
- d) die Partikel als optisch variable Farbpigmente in ein Bindemittel eingebracht werden.

5

57. Verfahren nach Anspruch 55 oder 56, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstandsschichten mittels Tiefdruck, Flexodruck oder Offsetdruck aufgebracht werden.

- 10 58. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 55 bis 57, **dadurch gekennzeichnet**, dass für das Aufbringen der Abstandsschichten Druckfarben verwendet werden, die eine Hauptspezies von im Wesentlichen kugelförmigen, monodispersen Dispersionspartikeln enthalten.

- 15 59. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 55 bis 58, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Feststoffanteil der Farbe und die Übertragungsmenge beim Druckvorgang so eingestellt werden, dass sich auf der Reflexionschicht überwiegend ein Monolayer oder Submonolayer mit den Dispersionspartikeln bildet.

20

60. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 55 bis 59, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckfarbe nach dem Aufbringen einem Temperaturschritt unterworfen wird, in dem zumindest ein Bestandteil der Druckfarbe aufschmilzt.

25

61. Verfahren nach Anspruch 60, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckfarbe Dispersionspartikel enthält, die bei dem Temperaturschritt aufschmelzen.

- 34 -

62. Verfahren nach Anspruch 60, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druck-
farbe Dispersionspartikel mit einem Kern-Schale-Aufbau mit einem hoch-
schmelzenden Kern und einer leicht filmbildenden Schale aufweist, wobei
die Schalen der Dispersionspartikel bei dem Temperaturschritt schmelzen
5 und verfilmen.

63. Verfahren nach Anspruch 60, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druck-
farbe neben einer Hauptspezies von Dispersionspartikeln, deren Durchmes-
ser die Dicke der Abstandsschicht bestimmt, Dispersionspartikel mit gerin-
10 gerer Größe enthält, die bei dem Temperaturschritt aufschmelzen und ver-
filmen.

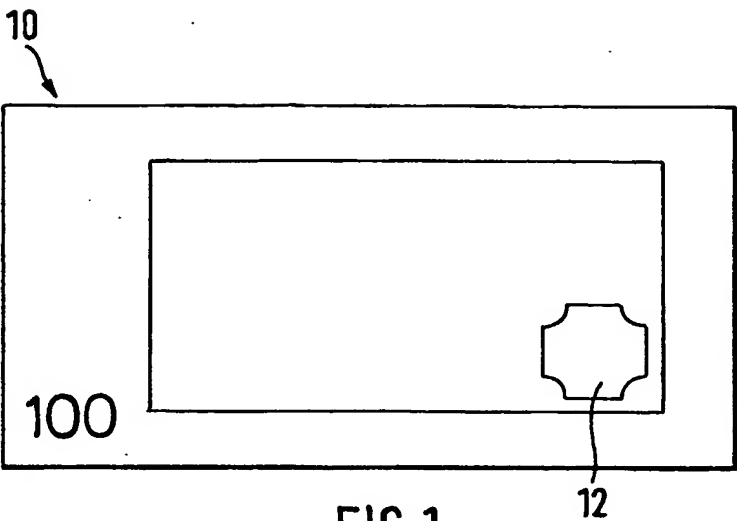


FIG. 1

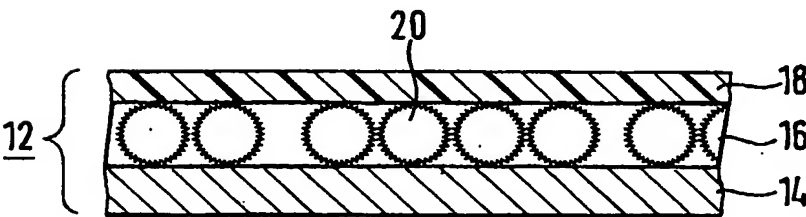


FIG. 2

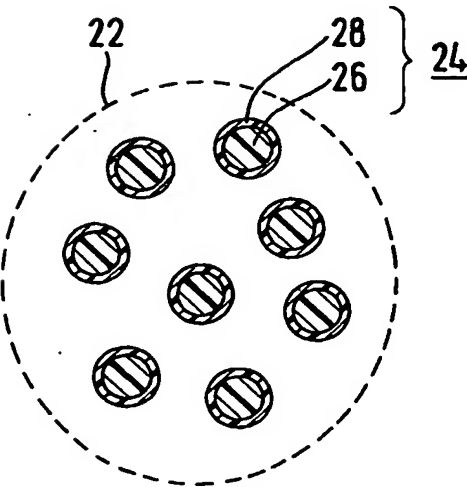


FIG. 3a

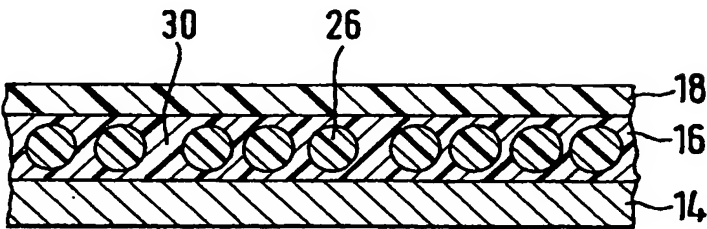


FIG. 3b

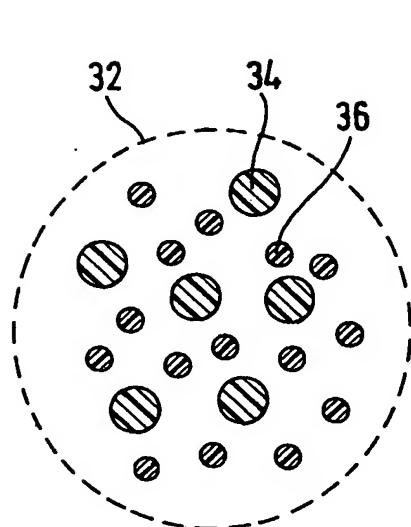


FIG. 4a

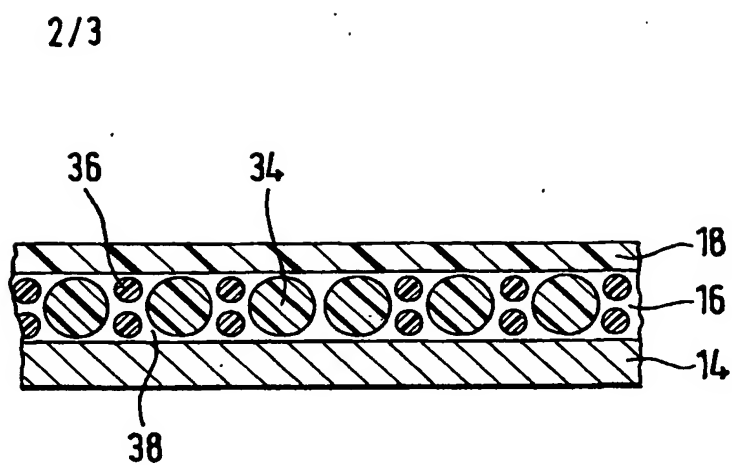


FIG. 4b

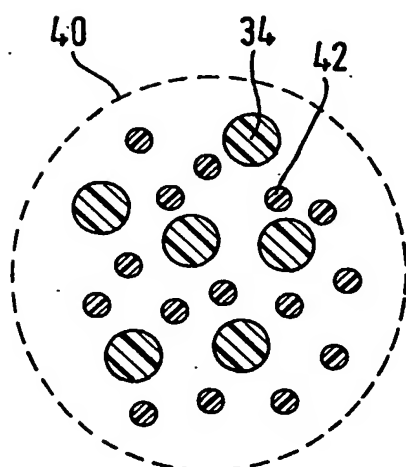


FIG. 5a

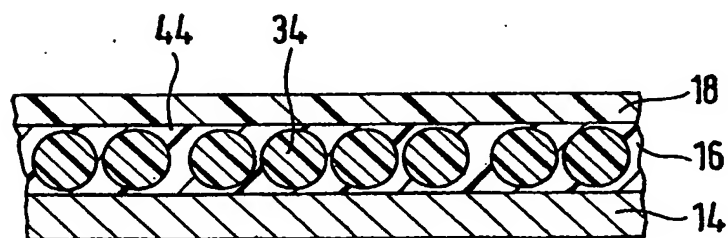


FIG. 5b

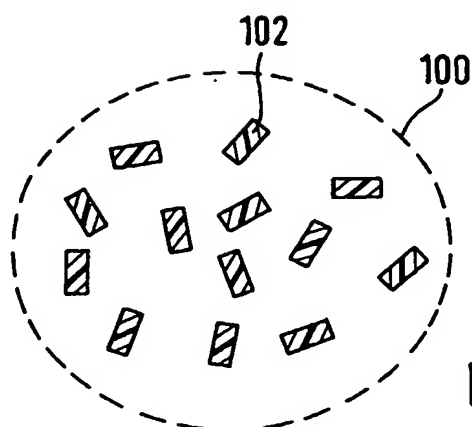


FIG. 9

3/3

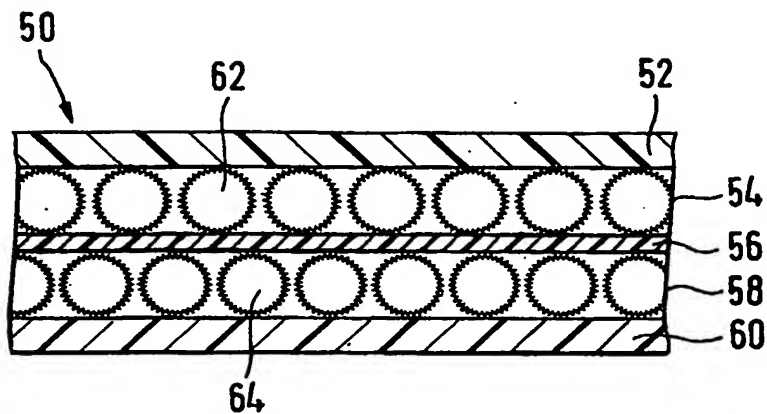


FIG. 6

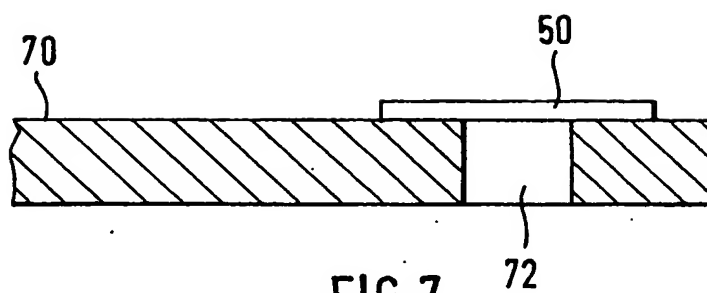


FIG. 7

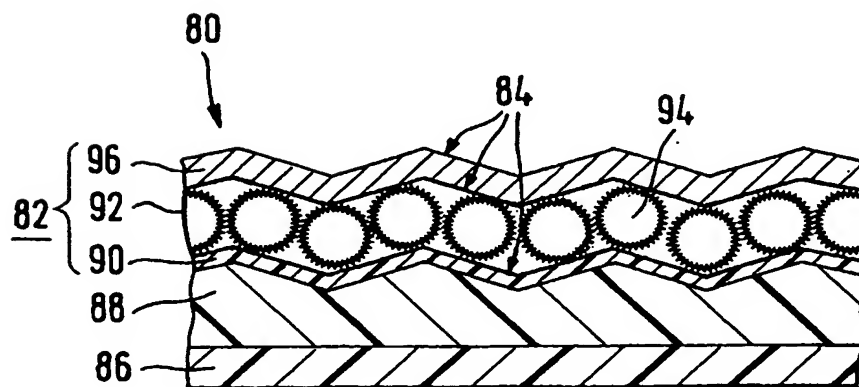


FIG. 8